

(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
 C04B 38/08

(45) 공고일자      1996년 11월 27일  
 (11) 공고번호      특 1996-0016073

(21) 출원번호	특 1989-0003721	(65) 공개번호	특 1989-0014385
(22) 출원일자	1989년 03월 24일	(43) 공개일자	1989년 10월 23일
(30) 우선권주장	173,515    1988년 03월 25일    미국(US) 캐보트 코포레이션    도널드 알. 유지카 미합중국 02254-9073 매사추세츠주 월트햄 피.오.박스 9073 윈터 스트리트 950		
(73) 특허권자	미합중국 02254-9073 매사추세츠주 월트햄 피.오.박스 9073 윈터 스트리트 950		
(72) 발명자	토드 리차드 가루소 미합중국 02115 매사추세츠주 보스턴 비콘 스트리트 469 이와오 고하쯔 미합중국 02173 매사추세츠주 렉싱턴 리드 스트리트 46 로저 리. 디어스틴		
(74) 대리인	장수길, 이세진		

심사관 :      정삼섭 (특허공보 제4738호)

(54) 저 유전 상수 세라믹재

요약

없음

명세서

[발명의 명칭]

저 유전 상수 세라믹재

[발명의 상세한 설명]

전송로를 통한 전기 신호의 전파 속도는 도체를 에워싸는 절연 재료의 유전 상수에 의해 제한을 받는다. 세라믹 패키지 중에 포장된 집적 회로 장치를 통해 신호의 전송을 고속으로 인입 및 인출시키기 위해서는 세라믹 재료의 유전 상수가 가능한 한 낮아야 한다. 세라믹 패키지의 제조에는 다층 알루미늄 기재가 자주 사용된다. 이 세라믹 재료의 유전 상수는 1MHz에서 측정했을 때 전형적으로 9-10의 값을 가진다. 세라믹 재료 중 성분 일부를 유기 성분으로 치환시키면 유전 상수 값이 3-5로 저하될 수 있다. 그러나, 여러가지 에폭시 재료와 같은 유기 성분을 사용할 경우의 결점으로서 이 에폭시 재료가 비교적 저온에서 열분해되어 박피되기가 쉽다는 것이다. 이러한 재료는 또한 열전도성이 불량하며, 집적 회로 패키지 내에서 과열로 인한 손상을 일으킬 수 있다.

본 발명의 목적은 저 유전 상수를 갖는 세라믹 재료를 제조하여, 본 발명의 세라믹 재료를 함유하는 세라믹 패키지 중에 포장된 집적 회로를 통한 신호 전송이 고속으로 인입 및 인출되게 되는 것이다.

본 발명은 발포된 금속 산화물(foamed metal oxide)과 소성가능 재료로 이루어지는 저 유전 상수의 세라믹 재료에 관한 것이다. 발포된 금속 산화물은 그 입자가 박벽으로 경계를 형성한 중공(中空) 셀(cell) 또는 기공(氣空)으로 이루어진 내부 구조를 갖는 금속 산화물을 말한다. 벽 및 셀(cell) 또는 기공의 조합은 본 명세서에서 내부 발포 구조라고 한다.

바람직하기로는, 발포 금속 산화물 입자는 약 15 $\mu$ m/g 이상의 표면적을 가지며, 금속 산화물로서는 알루미늄 산화물이 바람직하다. 소성가능 재료로서는 800-1100℃에서 소성가능한 유리가 바람직하다.

본 발명의 세라믹 재료는 1MHz에서 측정했을 때, 6 미만의 유전 상수를 갖는 소성 세라믹 절연 재료를 제조하는데 사용될 수 있다.

본 발명은 발포 금속 산화물과 소성 가능 재료로 이루어지는 세라믹 재료에 관한 것이다. 발포 금속 산화물 입자의 내부는 박벽으로 경계를 형성한 중공 셀 또는 기공으로 되어 있다. 벽 및 셀 또는 기공이 조합된 구조를 내부 발포 구조라고 하며, 이러한 내부 발포 구조를 갖는 금속 산화물은 발포 금속 산화물이라고 한다. 이러한 발포 금속 산화물은 통상적으로 15-50 $\mu$ m/g의 높은 비표면적을 가지는 것이 바람직하다.

발포 금속 산화물의 제조 방법은 여러가지가 있다. 그 중 한가지 방법은 Ultrafine Particles(존 윌리 앤드 선즈사, 1963)에 실린 '불꽃 중에서 염의 분해에 의한 초미세 금속 산화물(Ultrafine Metal

Oxides by Decomposition of salts in a Flame'이라는 제목의 왈쉬(Walsh)의 논문, 미합중국 특허 제3,161,468호 및 동 제3,172,753호에 기재되어 있다. 발포 알루미늄의 제조 방법은 레나토 시미넬리(Renato Ciminelli)의 석사 학위 논문 '용액의 증발 분해 공정에 의한  $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ 로부터 알루미늄의 합성(Synthesis of Alumina from  $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$  by the Evaporative Decomposition of Solution Process)' [1983년 12월, 펜실바니아주, 유니버시티 파크, 펜실바니아 주립대학교(Pennsylvania State University, University Park, PA, December 1983)에 기재되어 있다. 발포 금속 산화물의 세번째 제조 방법은 예사추세츠주 왈탐(Waltham) 소재의 캐보트 코포레이션(Cabot Corporation)에 양도된 1988년 3월 7일에 출원되어 동시 계류중인 발명의 명칭 '높은 표면적 금속 산화물 발포체 및 그 제조 방법(High Surface Area Metal Oxide Foams and Method of Producing the Same)'의 조르단(Jordan)등의 미합중국 특허 출원 제164,555호에 기재되어 있다. 상기 6가지 문헌을 본 명세서에 선행 기술 문헌으로 인용한다.

미합중국 특허 출원 제07/164,555호에 기재된 발포 금속 산화물의 제조 방법에 따르면, 분해성 용액 또는 슬러리가 고온 및 고 운동 에너지를 갖는 가스속으로 도입된다. 용액은 상기 가스에 의해 동역학적으로 미세한 방울로 분무된다. 가스의 고온 및 고 운동 에너지로 인해 용액은 매우 빠르게 분무되고 가열된다. 이렇게 형성된 방울은 증발하여 산화물 입자로 분해되는 점성질 탈수염을 남긴다. 산화물 입자의 내부 박벽으로 경계를 형성한 중공 셀 또는 기공으로 구성된다. 즉, 벽과 셀/기공의 조합은 본 명세서 및 특허청구의 범위에서 발포 구조라고 한다. 본 발명의 산화물 발포 입자는 매우 큰 비표면적을 갖는다.

더욱 구체적으로 말하자면, 높은 표면적의 금속 산화물 발포 입자를 제조하는 상기 방법은 고온 및 고 운동 에너지의 가스로 분해성 금속염 용액을 분무시키고, 이어서 이렇게 형성된 용 방울이 탈수, 발포 및 금속 산화물 입자로 고화될 때까지 고온 가스 중에서 상기 용 방울을 유지시키는 단계로 이루어진다. 상기 방법은 초기부터 분무화 용액의 급속한 가열이 요구된다. 이와 같은 급속한 가열은 먼저 용액을 고온의 분무 가스와 접촉시키고, 동역학적 분무를 통해서 방울을 작게 만들고, 방울과 고온가스와의 초기 속도 차이를 크게 해줌으로써 달성할 수 있다.

바람직한 실시 대양에서, 금속염 공급액은 고속 및 고온 가스로 동역학적으로 분무시킴으로써 미세 방울로 전환시킬 수 있다. 금속염 공급액이 액체의 간섭 스트림(coherent stream) 또는 큰 방울로서 고속 가스에 주입될 경우, 고속 가스의 고전단력과 난류에 의해 금속염 공급액은 미세 방울로 분무된다. 연료의 연소 또는 플라스마 아크에 의해 생성될 수 있는 가스는 금속염 공급액의 주입 시간에서 적어도 마하 0.2의 속도를 갖는다. 하기 실시예에서, 고속 가스는 천연 가스를 공기 또는 산소-질소 혼합물로 연소시킴으로써 생성한다. 공급이 그 속으로 주입될 때 분무 가스의 온도는 발포 입자가 형성된 후의 가스의 평형 온도, 즉 노벽 등을 통해 추가의 열공급 없이 분무 및 분해된 후의 가스의 온도가 적어도 400° K가 되게 하기 위해서는 적어도 700° K이어야 한다. 질산염, 황산염, 염화물 및 기타 쉽게 가수분해되는 금속염을 포함하는 염은 물 또는 알콜 용매에 첫번째로 용해된다. 염화물이 사용될 경우, 용액중의 금속부분은 단순 이온보다는 산화물 또는 수화물 복합체 형태이어야 한다. 상기 금속에는 불꽃 환경 중에서 그의 무기염 용액으로부터 산화될 수 있는 알루미늄, 티타늄, 지르코늄 등과 같은 임의의 금속을 포함한다. 본 특허 출원에서 '용액'은 단순용액, 분산액 및 슬러리를 모두 포함한다.

반응기의 버너부에서 분무된 후에, 고온의 분무 가스와 금속염 공급액 방울의 혼합물은 주 반응기의 반응부를 통과한다. 보다 큰 반응부에서, 기타 용매 중의 물이 증발하고, 잔존 물과 염 분해 가스가 기화함에 따라 발포되는 점성질 염이 형성된다. 분무 가스의 고온과, 상기 방울과 고온 가스와의 급속한 혼합, 및 가스와 공급액간의 빠른 상대 속도는 분무된 방울의 고속 가열에 기여한다.

모든 염은 금속염 공급액을 주입하기 전에 고온 가스에 가하는 것이 바람직하다. 방울이 형성된 후에 가스에 가해지는 모든 열에너지는 입자의 온도를 급속히 상승시키는데 별로 효과적이지 못하다. 금속염 공급액이 연료를 함유하고 고온 분무 가스중 산소 성분이 풍부하거나, 금속염 공급액이 산화제를 함유하고 고온 분무 가스중에 연료가 풍부하거나, 또는 약간의 열이 외부 공급원으로부터 반응 부위에 전도되는 현상들은 별로 바람직하지 못하다. 상기 현상에서, 반응기의 반응부에서 금속염 공급액을 접촉시키기 전에 모든 열이 가스를 분무시키는데 부가되어 생성된 입자들과 동일한 특성을 얻는데에는 높은 온도가 요구될 것이다.

일단 산화물 입자가 형성되며, 입자 및 분무 가스의 온도를 낮추고 입자들을 회수한다. 온도는 물과 같은 급냉 유체를 첨가하여 급속히 낮추거나, 주위로 열을 전도시킴으로써 서서히 낮출 수 있다. 입자들은 여러 단계로 걸쳐 급냉 유체를 첨가시킴으로써 특정 기간 동안 입자의 온도를 한가지 이상의 중간 온도로 유지시킬 수 있다. 적절한 온도로 냉각시킨 후, 입자를 직물 여과기 또는 사이클론과 같은 종래의 수단으로 회수할 수 있다.

일단 입자가 회수되었을 때, 입자중에는 소량의 비분해 염을 함유하거나, 또는 수화 금속 산화물을 포함할 수 있으며, 또는 입자들은 부분적으로 비결정상으로 된 금속 산화물로 구성되어 있다. 입자들은 염을 산화물로 완전히 전환시키거나, 또는 금속 산화물상을 변화시키기 위하여 하소시킬 수 있다. 이러한 하소는 당업계에 공지된 고정상(床)법, 유동상법 또는 회전 로(爐)법과 같은 임의의 방법으로 행할 수 있다.

개개의 발포 입자 크기는 0.10미크론 또는 30미크론 정도의 크기를 가질 수 있다. 이들 금속 산화물 입자는 큰 비표면적을 가지며, 박벽으로 경계를 형성한 중공 셀 또는 기공으로 이루어져 있다. 벽 두께는 50옹스트롬 정도로 얇을 수 있으나, 통상적으로는 약 100-200옹스트롬이다. 기공 또는 셀의 전형적인 크기는 0.10미크론이지만, 0.01-2.0미크론 범위일 수 있다. 전형적인 입자는 상기과 같은 셀을 많이 포함할 것이다. 소수의 발포 입자들은 1개의 중공 구(sphere)로 된 것일 수도 있다. 큰 비표면적을 갖는 본 발명의 발포 입자는 촉매 지지체, 중합체 충전재 및 연마재를 포함한 많은 용도에 유용하게 사용될 수 있다.

본 발명의 세라믹재 제조에 사용될 수 있는 소성가능 재료는 실리콘케이트, 보로실리케이트 유리, 지

온에서 소성가능한 산화물, 및 납 산화물과 납 실리케이트와 같은 납 함유 화합물 중 한가지 이상을 포함하지만, 이들 화합물로만 제한되는 것은 아니다. 소성가능 재료는 800-1100℃에서 소성될 수 있는 유리인 것이 바람직하다.

본 발명의 세라믹 재료는 금속 산화물 1-50중량%와 소성 가능 재료 50-99중량%로 된 혼합물이다. 본 발명의 세라믹 재료는 여러가지 방법으로 제조할 수 있다. 일반적으로, 분말 소성가능 재료는 발포 금속 산화물 분말과 혼합하고, 얻어진 분말 혼합물은 그린 구조체로 가공 처리하고, 이어서 이를 소성시켜 밀폐된 내부 기공을 갖는 치밀 구조체로 형성한다. 이 생성된 세라믹 재료는 기밀성이고 강하며 저 유전상수를 갖는다.

더욱 구체적으로 말하자면, 본 발명의 세라믹 재료는 물에 용해된 폴리비닐 알콜과 같은 결합제와, 발포 금속 산화물 분말과 분말 소성가능 재료를 혼합하고, 이어서 분무 건조시켜 통상적으로 2-4중량%의 결합제를 함유하는 자유 유동 분말로 제조할 수 있다. 얻어진 분무 건조 분말을 다이에서 압축 성형하고, 저온에서 가열시켜 결합제를 제거하고, 통상적으로 850℃ 이상의 온도, 즉 세라믹 재료를 소성시키기에 충분한 온도로 가열시킴으로써 치밀화시킬 수 있다.

본 발명의 세라믹 재료를 제조하는 다른 방법으로서, 분말 소성가능 재료, 발포 금속 산화물 분말 및 수용성 결합제를 포함하는 슬립을 형성하고, 얻어진 슬립을 구운 석고 주형(plaster of mold)과 같은 주형에 부어서 그린 구조체를 제조하는 방법이 있다. 이 슬립을 주형내에서 건조시키고, 얻어진 이 건조 구조체를 주형으로부터 분리시켜 소성시키면, 내부 밀폐된 기공을 갖는 기밀 세라믹 구조체가 형성된다.

본 발명의 세라믹 재료를 제조하는 제 3의 방법은 분말 소성가능 재료, 발포 금속 산화물 및 물에 용해된 메틸셀룰로오스와 같은 적합한 결합제의 혼합물을 적절하게 가열된 압출 다이를 통해 압출시킴으로써 그린 구조체를 성형하는 방법이다.

제 4 방법은 분말 소성가능 재료, 발포 금속 산화물 및 결합제의 혼합물을 가열된 다이에 주입시킴으로써 그린 구조체를 성형하는 방법이다.

스크린 프린팅, 로울 압축 또는 테이프 성형과 같은 기타 고정 기술을 사용하여 그린 세라믹 구조체를 성형할 수 있으며, 이 세라믹 구조체는 소성시 기밀성이고, 저 유전 상수를 가지며, 발포 금속 산화물을 사용함에 따라 형성된 공극 영역으로 인해 내부 밀폐된 기공을 함유하는 세라믹 구조체를 형성할 것이다.

상기한 방법에 관한 상세한 설명은 더블유. 디. 킹어리(W.D. Kingery)의 문헌 '세라믹재 개론 (Introduction to Ceramics)' 초판, 33-71페이지[존 윌리 앤드 선스(John Wiley & Sons)사, 1960]에 기재되어 있다.

단층 또는 다층 세라믹 패키지를 제조하기 위해서 그린 구조체를 성형하는 한 방법은, 하기 실시예 1-4에 기재된 테이프 성형 또는 닥터 블레이드법(doctor blade process)으로 성형한 그린 시이트를 사용하는 것이다. 슬립은 우선 슬립 전체 중량을 기준으로 30-95중량%의 소성가능 재료, 10-90중량%의 발포 금속 산화물, 2-30중량%의 결합제, 2-30중량%의 가소제, 15-70중량%의 용제, 0.1-2%의 분산제를 함께 혼합시킴으로써 제조한다. 발포 금속 산화물은 하소시켜 표면적을 15-50m<sup>2</sup>/g으로 낮추는 것이 바람직하지만, 내부 발포 구조 내에 있는 셀이 와해될 정도까지 하소시켜서는 안된다.

폴리비닐 알콜, 폴리비닐 부티랄 및 폴리메틸메타 크릴레이트와 같은 합성 수지는 수지를 성형할 수 있도록 슬립 배합물을 최적화하기 위해서 결합제로서 사용될 수 있다. 디옥틸 프탈레이트 및 부틸벤질 프탈레이트는 통상적으로 가소제로서 사용된다. 톨루엔, 트리클로로 에탄, 에탄올 및 메틸 에틸 케톤 등은 용제로 사용할 수 있다. 어유(魚油), 포스페이트 에스테르 등은 슬립 중의 분말 혼합물을 분산시키는 분산제로서 사용할 수 있다. 혼합은 통상적으로 분말 혼합물을 오염시키지 않도록 하기 위해서 조성물과 상용성인 적합한 밀(mill) 매질을 사용하여 보울 밀 용기중에서 행하였다. 분말을 밀 용기에서 용제 및 분산제와 혼합시켜 과산화 입자를 부수고, 이어서 결합제와 가소제를 첨가시키고, 계속해서 최종 슬립을 제조하는 것이 일반적이다. 이어서, 얻어진 슬립은 통상적으로 필름 두께를 조절할 수 있는 적합한 수단을 갖는 닥터 블레이드법 또는 커터트 코팅법을 사용하여 지지 구조체 상에 균일한 필름으로 코팅시킨다. 지지 구조체는 금속 시이트 또는 벨트, 마일라(mylar) 또는 폴리에스테르 필름 또는 유리판이 될 수 있다.

그린 시이트는 건조시킨 후, 추가 공정을 거쳐서 세라믹 패키지를 성형하는데 사용된다. 이와 같은 부가 공정에서 금속 함유 잉크를 사용하여 도체 회로를 인쇄하는 단계, 금속 잉크로 펀칭(punching)하고 구멍을 통해 금속 잉크를 충전시키는 단계, 최종 구조체 내에 반도체 다이를 배치할 구멍을 펀칭하는 단계, 그린 시이트를 적층시켜 바람직한 구조체를 형성하는 단계가 포함된다. 금속화 잉크는 귀금속 또는 금속 기재 분말을 함유할 수 있다. 그린 구조체는 소성시키거나 도체 패턴을 형성하는데 사용된 금속화에 따라 공기의 중성 분위기에서나 환원성 분위기에서 소성시킨다. 예컨대, 환원성 분위기는 몰리브덴 또는 텅스텐을 사용할 때 산화를 방지하기 위해 필요하다.

성형 또는 닥터 블레이딩에 의해 그린 테이프를 우선 제조함으로써 세라믹을 만드는 방법에 대한 더욱 더 상세한 설명은 본 명세서에 참고로 인용되어 있는 미합중국 특허 제2,966,719호, 동 제3,698,923호 및 동 제3,998,917호에 기재되어 있다.

본 발명을 좀더 예시하기 위해서 하기 실시예들을 제공하였다. 그러나, 이 실시예들은 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 첨부되는 특허청구의 범위에서 기술된 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아님을 알아야 한다.

하기 시험 방법을 사용하여 하기 실시예의 방법에 따라 제조한 세라믹재를 분석하였다.

#### 유전상수

세라믹 재료의 유전상수 측정은 ASTM시험 방법 제D150-81호에 따라 행하였다. 전극을 소성재의 양

표면에 펜실바니아주 킹 오브 프루시아 소재 이에스엘 인크사(ESL Inc.)로부터 구입한 은-충전 중합체 페이스트를 사용하여 도포시켜 120°C에서 15분간 경화시켰다. 커패시턴스와 탄젠트  $\theta$ 은 핀셋 모양의 샘플 고정장치를 갖춘 휴렛 팩카드 람파니(Hewlett Packard Company)사 제품인 임피던스 분석기 HP4192A를 사용하여 측정하였다. 측정하기 전에 기저 커패시턴스를 제로에 맞추고, 연부 커패시턴스(edge capacitance)는 ASTM방법에 기재된 순서에 준해서 보정하였다.

#### 굴곡 강도

굴곡 강도는 ASTM시험 방법 제C158-84호에 기재된 바와 같이 3점 휨 강도를 행함으로써 측정하였다.

#### 밀도

소성된 세라믹재의 가시 밀도, 벌크 밀도 및 가시 다공도는 ASTM시험 방법 제C373-72호로 행하였다.

#### 실시에 1

제품 번호 P-941의 유리 프리트를 메릴랜드주 발티모어 소재 펌코 프러덕츠 어브 모베이 케미칼(Pemco Products of Mobay Chemical Co.)사로부터 구하였다. 유리 프리트는 3.3중량%의  $\text{CaO}$ , 16.1%의  $\text{MgO}$ , 19.6%의  $\text{Al}_2\text{O}_3$  및 61중량%의  $\text{SiO}_2$ 로 구성되어 있다. 유리 프리트를 연마하여 평균 입경이 대략  $2.7\mu\text{m}$ 가 되게 하였다. 발포 알루미늄 분말은 메사추세츠주 빌레리카 소재 캐보트 코포레이션사로부터 구하였다.

발포 알루미늄 분말은 조르단(Jordan) 등에 의해 1988년 3월 7일자로 출원되고 공동 양도되어 동시 계류중인 발명의 명칭 '고 표면적 금속 산화물 발포체 및 그 제조 방법(High Surface Area Metal Oxide Foams and Method of Producing the Same)'의 미합중국 특허 출원 제164,555호에 기재된 방법을 사용하여 제조하였다. 고온 가스와 알루미늄 입자의 혼합물이 반응기내에 체류하는 시간은 37.5msec였으며, 반응기 내의 평균 온도는 1750°C 이상이었다. 사용된 반응기 형태는 상기 조르단 등의 미합중국 특허 출원의 실시예 1-4에서 사용되었던 반응기와 동형을 사용하였다. 이 반응기는 냉각되는 금속 벽을 가지며, 용액 주입 노즐은 간섭 스트림이 생기게 한다. 따라서, 빠른 운동성 및 고온 분무 가스와 입자와의 혼합물은 반응기를 통과함에 따라 냉각되었다. 반응부의 평균 온도는 77°C와 0.1기압에서 산화를 1g당 질소 흡수량을 측정함으로써 결정하였다. 얻어진 발포 알루미늄 분말은 20m<sup>2</sup>/g의 표면적을 가지며, X-선 산란법에 의해 측정된 바에 의하면 주로  $\alpha$ -알루미늄과 미량의  $\gamma$ -알루미늄으로 구성되어 있다.

테이프 성형을 위해서, 예비 분쇄한 P-941 유리 프리트 분말 270g과 발포 알루미늄 분말 30g을 트리클로로에탄 115g, 에탄올 111g 및 뉴우저지주 네와크 소재 위트코 케미칼(Witco Chemical Co.)사의 WITCAMINE PA-78B인 계면활성제 0.8g을 함유하는 혼합 용매 중에서 보울 밀에 의해 혼합시켰다. 16시간 동안 보울 밀링한 후에, 미조리주 센트루이스 소재 몬산토(Monsanto Co.)사의 BUTVAR® 879 결합제 30.5g, 몬산토사의 SANTICIZER® 160인 가소제 18.0g, 및 코벡티켓주 덴버리 소재 유니온 카아바이드(Union Carbide Corporation)사의 UCON 2000® 가소제 1.2g을 유리 프리트 발포화 알루미늄 혼합물에 첨가하고, 16시간 동안 더 볼 밀링시켰다. 페인트 유사 슬립을 밀 매질로부터 분리시키고, 이어서 진공 중에서 탈기시켜서 상기 재료로부터 나온 기포를 제거하였다.

브루크필드(Brookfield) 점도계로 20RPM, 스피нду스 6번을 사용하여 측정한 정도는 13,000cps이었다. 이어서, 슬립을 캡 너비가 1.016mm(0.040인치)인 닥터 블레이드를 사용하여 폴리에스테르 담체 테이프상에서 성형하였다. 그린 테이프라 불리우는 건조된 테이프를 펀칭하여 직경이 12.7mm(1/2인치)인 원판을 만들었다. 이 원판 중 3개를 60°C, 3000psi(20MPa)의 압력에서 적층시켰다. 이 적층물을 공기중 920°C에서 소성시켰다. 이들의 물성은 하기 표에 나타났다.

#### 실시에 2

발포 알루미늄 대신 비발포 표준 알루미늄을 사용한 것을 제외하고는 상기와 같은 방법으로 대조용 세라믹 재료를 제조하였다. 따라서, 실시예 1에서 사용된 것과 같은 방법으로 테이프 성형용 슬립을 제조하였다. 볼 밀 중에서 예비 분쇄한 P-941 분말 270g, 펜실바니아주 피츠버그 소재 알코아(Alcoa Co)사 제품 표준 A152 알루미늄 분말 30g, 트리클로로에탄 117g, 에탄올 107g, NCON 2000® 가소제 1.62g, 및 뉴우저지주 네와크 소재 위트코 케미칼(Witco Chemical Co.)사의 WITCO 934 계면활성제 0.9g을 함께 혼합시켰다. 슬립의 정도는 2700cps였다. 직경 12.7mm(1/2인치)인 원판 3개를 상기과 같이 적층시키고 920°C 공기 중에서 소성시켰다. 이 소성 세라믹 재료의 물성은 하기 표에 나타났다.

#### 실시에 3

세라믹 배합물이 실시예 1에서 사용된 발포 알루미늄의 2배인 20중량%의 발포 알루미늄을 함유하고 적층 원판을 980°C 이상의 고온에서 소성시킨 것을 제외하고는 실시예 1의 방법으로 그린 체를 제조하였다. 생성된 세라믹 재료의 물성은 하기 표에 나타났다.

#### 실시에 4

세라믹 재료는 발포 알루미늄 분말 20중량%를 사용하여 실시예 3과 같은 방법으로 제조하였다. 그러나, 사용된 유리 프리트는 주문 제조하였으며, 1.4중량%의  $\text{PbO}$ , 41.3중량%의  $\text{SiO}_2$ , 11.1중량%의  $\text{MgO}$ , 3.4중량%의  $\text{CaO}$ , 27.0중량%의  $\text{B}_2\text{O}_3$  및 13.5중량%의  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 를 함유하였으며, 이것은  $\text{B}_2\text{O}_3$ 의 첨가로 인해 실시예 3에 사용된 유리 프리트보다 낮은 온도에서 소성가능하였다. 얻어진 세라믹 재료의 물성은 하기 표에 나타났다.

[표]

특 성	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4
유전상수	4.5	6.2	4.2	4.2
탄젠트 $\theta$	0.0020	0.0012	0.0024	0.0004
굴곡 강도 kpsi MPa	18 $\pm$ 4 127 $\pm$ 28	—	8.9 $\pm$ 1.3 63 $\pm$ 9	18.7 $\pm$ 4.5 133 $\pm$ 32
가시 밀도 g/cm <sup>3</sup>	2.50	2.80	2.53	2.11
벌크 밀도 g/cm <sup>3</sup>	2.50	2.80	1.76	2.11
가시 다공도(%)	0	0	30.4	0

표에 나타난 실시예 1과 2의 데이터의 결과로부터, 세라믹 재료 중에 발포 알루미늄 분말을 사용하면 비발포 표준 알루미늄만을 함유하는 세라믹 재료의 유전 상수보다 더 낮은 유전 상수를 갖는 세라믹 재료를 제조할 수 있음을 알 수 있다.

실시예 3은 세라믹 재료 중에 너무 많은 발포 알루미늄을 첨가시키면 가시적인 개방 공극을 많이 갖는 구조체를 생성하고, 이로부터 저 유전 상수를 갖는 세라믹 재료를 제조하는 동안 밀봉되지 않은 재료가 생성됨을 알 수 있다.

그러나, 실시예 4는 유리 기질(matrix)이 저온에서 소성가능할 경우, 발포 알루미늄을 다량 사용할 지라도 기밀성의 강한 세라믹 재료를 제조할 수 있음을 보여주고 있다. 실시예 4에서, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 유리 조성물에 첨가되어 재료의 소성 온도를 낮춘다.

세라믹 재료 중에 발포 알루미늄 분말을 사용하면 용융 규소 유리의 기계적 강도보다 더 크거나 비슷한 기계적 강도를 갖는 세라믹 재료를 제조할 수 있음을 굴곡 강도 데이터로부터 알 수 있다. 그러나, 발포 알루미늄 함유 세라믹 재료의 기계적 강도는 표준 비발포 알루미늄 함유 세라믹 재료의 기계적 강도보다 더 작다.

본 발명은 특정 실시 태양에 관해 설명되었지만, 본 발명은 그 태양으로 제한되지 않으며, 본 발명의 사상이나 범위로부터 벗어남이 없이 당업자들에게 명백한 변형과 수정이 가해질 수 있음을 알아야 한다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

발포 금속 산화물과 소성가능 재료로 이루어지는 세라믹 재료.

##### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 소성가능 재료가 800° -1100℃의 온도에서 소성가능한 유리인 것을 특징으로 하는 세라믹 재료.

##### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 소성가능 재료가 실리케이트, 보로실리케이트 유리, 800-1100℃의 온도에서 소성가능한 산화물, 납 산화물 및 납 실리케이트로 구성되는 군 중에서 선택된 화합물인 것을 특징으로 하는 세라믹 재료.

##### 청구항 4

제 1 항에 있어서, 발포 금속 산화물이 15m<sup>2</sup>/g 이상의 표면적을 갖는 것을 특징으로 하는 세라믹 재료.

##### 청구항 5

제 1 항에 있어서, 발포 금속 산화물이 발포 알루미늄 산화물인 것을 특징으로 하는 세라믹 재료.

##### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 발포 금속 산화물이 하소된 발포 알루미늄 산화물인 것을 특징으로 하는 세라믹 재료.

##### 청구항 7

발포 금속 산화물과 소성가능 재료로 이루어지는 그린 구조체.

##### 청구항 8

제 7 항에 있어서, 소성가능 재료가 800-1100℃의 온도에서 소성가능한 유리인 것을 특징으로 하는 그린 구조체.

청구항 9

제 7 항에 있어서, 소성가능 재료가 실리케이트, 보로실리케이트 유리, 800-1100℃의 온도에서 소성가능한 산화물, 납 산화물 및 납 실리케이트로 구성되는 군 중에서 선택된 화합물인 것을 특징으로 하는 그린 구조체.

청구항 10

제 7 항에 있어서, 발포 금속 산화물이 15m<sup>2</sup>/g 이상의 표면적을 갖는 것을 특징으로 하는 그린 구조체.

청구항 11

제 7 항에 있어서, 발포 금속 산화물이 발포 알루미늄 산화물인 것을 특징으로 하는 그린 구조체.

청구항 12

제 7 항에 있어서, 발포 금속 산화물이 하소된 발포 알루미늄 산화물인 것을 특징으로 하는 그린 구조체.

청구항 13

제 7 항에 있어서, 1종 이상의 가소제를 더 함유하는 것을 특징으로 하는 그린 구조체.

청구항 14

발포 금속 산화물과 소성가능 재료로 이루어지는 소성된 세라믹 재료.

청구항 15

제 14항에 있어서, 소성가능 재료가 800-1100℃의 온도에서 소성가능한 유리인 것을 특징으로 하는 소성된 세라믹 재료.

청구항 16

제 14항에 있어서, 소성가능 재료가 실리케이트, 보로 실리케이트 유리, 800-1100℃의 온도에서 소성가능한 산화물, 납 산화물 및 납 실리케이트로 구성되는 군 중에서 선택된 화합물인 것을 특징으로 하는 소성된 세라믹 재료.

청구항 17

제 14항에 있어서, 발포 금속 산화물이 15m<sup>2</sup>/g 이상의 표면적을 갖는 것을 특징으로 하는 소성된 세라믹 재료.

청구항 18

제 14항에 있어서, 발포 금속 산화물이 발포 알루미늄 산화물인 것을 특징으로 하는 소성된 세라믹 재료.

청구항 19

제 14항에 있어서, 발포 금속 산화물이 하소된 발포 알루미늄 산화물인 것을 특징으로 하는 소성된 세라믹 재료.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-282169

(43)Date of publication of application : 14.11.1989

---

(51)Int.Cl.

C04B 38/08

---

(21)Application number : 01-073735

(71)Applicant : CABOT CORP

(22)Date of filing : 24.03.1989

(72)Inventor : GATTUSO TODD RICHARD  
KOHATSU IWAO  
DIRSTINE ROGER T

---

(30)Priority

Priority number : 88 173515    Priority date : 25.03.1988    Priority country : US

---

## (54) LOW-DIELECTRIC CONSTANT CERAMIC MATERIAL

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To produce the subject material and to enable the high-speed transmission of signals which go into and out of integrated circuits housed in a ceramic package including this material by incorporating a foamed metal oxide and a sinterable material into the material.

**CONSTITUTION:** This ceramic material contains the foamed metal oxide and the sinterable material. The foamed metal oxide particles internally contain hollow cells or gaps having thin boundary films. The combination of the walls and the cells or the gaps is described as an internally formed structure. The metal oxide having such internally formed structure is called the foamed metal oxide. Such foamed metal oxide has preferably a high specific surface area which is typically 15 to 50 m<sup>2</sup>/g. The sinterable material is a silicate, borosilicate glass, oxide sinterable at a low temp., and lead-contg. compds, such as lead oxide and lead silicate, etc., and is preferably the glass sinterable at 800 to 1100°C.